

# Empirische Feldstudien über elektromagnetische Emissionen in Gesteinen unter aktiven Krustenspannungen

*Vortrag*

C.-D. Reuther<sup>1</sup> Elmar Moser<sup>1</sup>

## Einleitung

In den vergangenen Jahren wurden von den Mitgliedern unseres Departments mehrere Feldstudien über elektromagnetische Emissionen in tektonisch aktiven Regionen durchgeführt. Die Untersuchungsgebiete lagen in Südspanien, Sizilien, Malta, Eger-Graben/Tschechische Republik und die Provence/Frankreich als auch in Süd-Chile.

## Theoretische Grundlagen

Das Ziel dieser Untersuchungen war die Erfassung der größten horizontalen Spannungs-Richtung in der oberen Erdkruste. Dazu wurden die Intensität des elektromagnetischen Feldes in Bezug zu der Orientierung einer Richtantenne gemessen (Abb. 1). Diese Ergebnisse wurden mit aktiven Stress-Richtungen verglichen die aus Doorstopper-Messungen, Bohrloch-Randausbrüchen, Herdflächenlösungen und neotektonischen Strukturanalysen gewonnen wurden. Die Richtungen der größten Horizontalspannungen stimmen sehr gut mit der Orientierung der maximalen elektromagnetischen Emission überein.

Die elektromagnetische Emission von Gesteinen unter tektonischer Spannung beruht auf dem Prinzip der Ladungsverschiebung im molekularen Maßstab.

<sup>1</sup> Department für Geowissenschaften, Universität Hamburg, Bundesstrasse 55, 20146 Hamburg

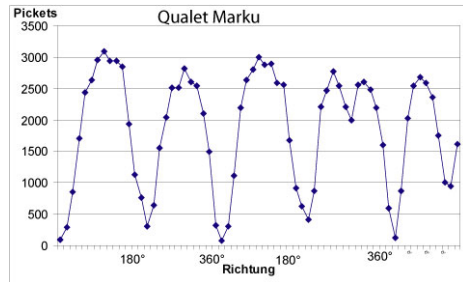


Abbildung 1: Typische Messkurve einer elektromagnetischen Messung zur Richtungsbestimmung der maximalen horizontalen Krustenspannung

Dabei wird in dem Gestein eine kurzzeitige Ladungstrennung und damit ein Dipol erzeugt. Dieser strahlt sowohl bei seiner Entstehung als auch beim folgenden Ladungsausgleich eine gerichtete elektromagnetische Welle ab. Dabei stehen die elektrische und die magnetische Komponente senkrecht aufeinander, haben aber dieselbe Orientierung im Raum. Die Ladungstrennung wird wahrscheinlich durch Mikrorisse hervorgerufen, aber auch der Einfluss von piezoelektrischen und piezomagnetischen Effekten kann nicht ausgeschlossen werden. Daher werden hier nur die empirischen Daten präsentiert und kein spezifisches Modell für die Entstehung der elektromagnetischen Strahlung definiert.

## Empirische Ergebnisse

In Südspanien wurden 2002 und 2005 EM-Messungen durchgeführt um die Reproduzierbarkeit der Messmethode zu zeigen. Die Ergebnisse der beiden Messkampagnen stimmen innerhalb der Messgenauigkeit dieser Methode überein und zeigen eine größte Horizontalspannung in NW-SE-Richtung (140°). Dies ist in guter Übereinstimmung mit

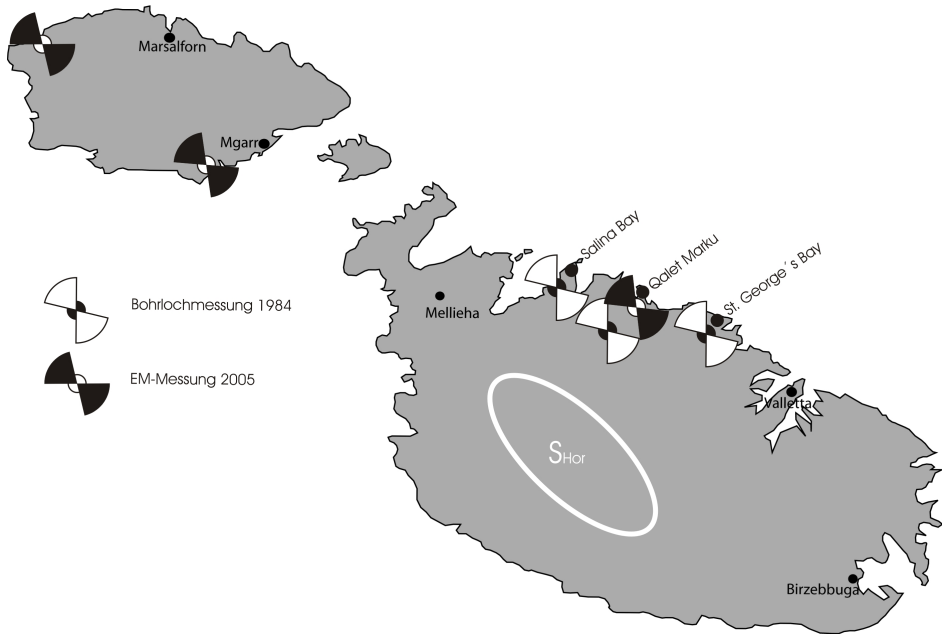


Abbildung 2: Vergleich von Bohrlochmessungen und elektromagnetischen Messungen zur Krustenspannungsbestimmung auf Malta

der tektonischen Gesamtsituation im westlichen Mittelmeerraum. Sowohl auf Sizilien als auch auf Malta wurden die EM-Messungen mit Bohrlochmessungen aus den 1980er Jahren verglichen. Beide Methoden erbrachten dieselben Ergebnisse in Bezug auf die Richtung der horizontalen Hauptspannung (Abb. 2) und fügen sich auch in die großräumige tektonische Spannungssituation ein.

Eine besonders erwähnenswerte Begebenheit tritt in Ost-Sizilien auf wo eine tektonische Flexur ein anderes lokales Spannungsfeld hervorruft als in den restlichen Teilen Siziliens (Reuther et al., 2002). Leider ist es bei der Spannungsbestimmung mittels elektromagnetischer Emissionen noch nicht möglich den Absolutbetrag der Spannung zu ermitteln wie es bei den Bohrlochmessungen der Fall war. Die Ergebnisse

aus der Tschechischen Republik können sowohl mit der Mikroriss-Theorie als auch mit dem piezoelektrischen Effekt erklärt werden. Die mit den unterschiedlichen Theorien ermittelten Hauptspannungsrichtungen stehen in einem Winkel von  $90^\circ$  zueinander. Beide Lösungen können im geologischen Kontext erklärt werden und daher kann mit diesem Datensatz die Frage der Entstehung der Mikrorisse nicht erklärt werden. Die auf Basis von Mikrorissen als Ursache der elektromagnetischen Strahlung ermittelte horizontale Hauptspannungsrichtung stimmt gut mit Herdflächenlösungen im tschechischen Schwarmbebengebiet überein. Der piezoelektrische Ansatz würde ein theoretisch mögliches regionalgeologisches Modell mit einer Übertrittssituation zweier gestaffelter Horizontalstörungen nachweisen.

Die Spannungsbestimmung in der Provence (Südfrankreich) zeigt eine NNW-SSE Richtung der maximalen Horizontalspannung. Diese Richtung wurde durch neotektonische Strukturanalysen und neueste geodätische Vermessungen (Jouanne et al., 2001) andererseits bestätigt. Südchile ist eine tektonisch sehr aktive Gegend in der mit neotektonischen Untersuchungen basierend auf Strukturanalysen verschiedene regionale/lokale Krustenspannungsfelder ermittelt wurden. Diese Spannungsdomänen sind durch Kompressions-, Extensions-, Vertikal- und Horizontal- Tektonik gekennzeichnet. Die Messung der elektromagnetischen Emissionen bestätigte die unterschiedlichen Spannungsfelder in den jeweiligen Regionen.

## Literatur

- Jouanne F, Hippolyte JC, Gamond JF & Martinod J (2001) Current deformation of the Digne Nappe (southwestern Alps) from a comparison between triangulation and GPS data. *Geophysical Journal International* 144, 432–440
- Reuther CD, Obermeyer H, Reicherter K, Reiss S, Kaiser A, Buchmann T, Adam J, Lohrmann J & Grasso M (2002) Neotektonik und aktive Krustenspannungen in Südost Sizilien und ihre Beziehungen zur regionalen Tektonik im Zentralen Mittelmeer. *Mitteilungen des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Hamburg* 86, 1–24